UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DES SCIENCES
SEMLALIA – MARRAKECH

DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

Filière SMP / S4

Cours de

MECANIQUE QUANTIQUE I

A. KADDOURI

Janvier 2014

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

Chapitre 1 :

INSUFFISANCES DE LA PHYSIQUE CLASSIQUE
DÉBUT DE LA THÉORIE QUANTIQUE

A/ CORPUSCULES DE LUMIÈRE
1) Le rayonnement du corps noir - Hypothèse de Planck
2) L'effet photoélectrique – Relation de Planck-Einstein
3) Le photon
4) L'effet Compton

B/ ONDES DE MATIÈRE
1) Hypothèse de Louis de Broglie. Diffraction de particules matérielles
2) Interprétation probabiliste

C/ PHYSIQUE CLASSIQUE OU PHYSIQUE QUANTIQUE

CONCLUSION

Chapitre 2 :

MÉCANIQUE ONDULATOIRE
OU
MÉCANIQUE QUANTIQUE DE CHRÖDINGER

INTRODUCTION

I. PAQUET D'ONDES
   1) Onde associée à une particule
   2) Inégalités spectrales et Relations d'incertitude
   3) Déplacement du paquet d'ondes. Vitesse de groupe

II. ÉQUATIONS DE SCHRÖDINGER
   1) Cas d'un système libre (non relativiste)
   2) Cas d'un système soumis à des forces dérivant d'un potentiel
   3) Cas du système conservatif.

III. SYSTEMES SOUMIS À DES POTENTIELS PLATS
   1) Position du problème
   2) Considérations générales
   3) Exemples d'application
      a- Marche de potentiel
      b- Puits plat infini

Chapitre 3 :

OUTILS MAHEMATIQUES DE LA MECANIQUE QUANTIQUE

INTRODUCTION

I. ESPACE $\mathcal{F}$ DES FONCTIONS D'ONDE
1) Généralités
2) Bases Orthonormées dans $\mathcal{F}$ - R.O. et R.F.
    a) Bases discrètes
    b) Bases continues

II. NOTATION DE DIRAC
1) Représentation et notion du vecteur-ket
2) Produit scalaire et vecteur-bra

III. OPÉRATEURS-COMMUTATEURS
1) Définition et propriétés
2) Représentation d'un opérateur
3) Opérateur adjoint
4) Opérateur inverse, opérateur unitaire
5) Opérateur hermitique
6) Fonction d'un opérateur

IV. R.O ET R.F EN NOTATION DE DIRAC
1) Ecriture des relations
2) Exemples des bases position et impulsion
3) Les opérateurs position et impulsion

V. VALEURS PROPRES ET VECTEURS PROPRES D'UN OPÉRATEUR
1) Définition
2) Recherche des valeurs et vecteurs propres
3) Observables – E.C.O.C.
4) Théorèmes fondamentaux

<u>Complément</u> : Distribution de Dirac ou "fonction" δ

Chapitre 4 :

POSTULATS DE LA MECANIQUE QUANTIQUE

I. CARACTERISATION D'UN SYSTEME QUANTIQUE
- 1) Postulats
- 2) Conditions quantiques. Règle de symétrisation

II. POSTULATS SUR LA MESURE
- 1) Principe de "quantification"
- 2) Principe de décomposition spectrale
- 3) Principe de réduction du paquet d'ondes

III. EVOLUTION DANS LE TEMPS DE L'ETAT D'UN SYSTEME
- 1) Postulat
- 2) Cas du système conservatif

IV. VALEUR MOYENNE D'UNE GRANDEUR PHYSIQUE
- 1) Définition
- 2) Evolution dans le temps. Constante du mouvement

V. THEOREME DE HEISENBERG
- 1) Relations de commutation
- 2) Enoncé du théorème et démonstration
- 3) Applications :
  - a) Relations d'incertitude spatiales
  - b) Relation d'incertitude temporelle

Chapitre complémentaire :

L'OSCILLATEUR HARMONIQUE

Introduction

A/ Traitement classique

B/ Traitement quantique

I. Utilisation des operateurs creation-annihilation

1) Notations
2) Spectre de l'opérateur "Nombre de quanta" N
3) Valeurs propres de l'Hamiltonien
4) États propres du système

II. Utilisation de la representation de Schrödinger